

Contribution of Somatosensory and Parietal Association Areas in Improving Standing Postural Stability Through Standing Plantar Perception Training in Community-Dwelling Older Adults.

著者	松野 悟之
学位授与機関	滋賀医科大学
学位授与年度	令和2年度
学位授与番号	14202甲第886号
発行年	2021-03-09
URL	http://hdl.handle.net/10422/00012985

doi: 10.1123/japa.2020-0130(<https://doi.org/10.1123/japa.2020-0130>)

氏 名 松野 悟之

学 位 の 種 類 博士 (医学)

学 位 記 番 号 博士甲第 886

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項

学 位 授 与 年 月 日 令和 3 年 3 月 9 日

学 位 論 文 題 目 Contribution of somatosensory and parietal association areas in improving standing postural stability through standing plantar perception training in community-dwelling older adults

(地域在住高齢者における立位足底知覚トレーニングの立位姿勢制御能力改善と体性感覚および頭頂連合野の関連)

審 査 委 員 主査 教授 野崎 和彦

副査 教授 兼重 努

副査 教授 芦原 貴司

論文内容要旨

※整理番号	895	(ふりがな) 氏 名	まつの さとし 松野 悟之
学位論文題目	Contribution of somatosensory and parietal association areas in improving standing postural stability through standing plantar perception training in community-dwelling older adults. (地域在住高齢者における立位足底知覚トレーニングの立位姿勢安定性改善と体性感覚および頭頂連合野の関連)		
<p>【目的】高齢者は立位姿勢制御能力が低下し、転倒・骨折に至ることがある。立位姿勢制御能力の改善を目的とした先行研究において、足底体性感覚機能の改善による立位足底知覚トレーニング（以下 SPPT）の有効性が報告されている。しかし、先行研究において、バランスパッドを用いた SPPT 施行中の脳活動を検証した報告は筆者の知る限りみられない。バランスパッドを用いた SPPT によって足底体性感覚機能を強化する際には、裸足の方が感覚入力の強化に適していて、靴下を着用することで感覚入力が増加することが推測される。また、靴下の着用の有無では、SPPT 中の脳活性化も異なることが予想されるが、それぞれの条件での SPPT 中の脳活性化は明らかにされていない。我々は、裸足における SPPT 中の脳活性化が立位姿勢制御能力の改善効果に寄与すると推察した。本研究では、裸足および靴下着用条件の 2 つの SPPT の立位バランス能力改善効果に着目し、2 つの SPPT を実施して、介入前後で立位姿勢制御能力改善効果を検証した。そして、裸足および靴下着用条件の SPPT 中の脳活動を計測することで、2 つの SPPT における立位姿勢制御能力改善効果に寄与する脳機能を検討することを主な目的とした。</p> <p>【方法】対象は、60 歳以上の男女 32 名とした。麻痺および感覚障害を有する者、Mini Mental State Examination（以下 MMSE）の得点が 21 点以下の者を除外した。</p> <p>本研究では SPPT 前後で、対象者の大腿四頭筋筋力、足趾把持力、足底二点識別覚、立位姿勢制御能力を評価した。対象者の立位姿勢制御能力は、SPPT 前後において重心動揺計を用いて閉脚閉眼立位の総軌跡長を評価した。本研究で実施した SPPT は、対象者の足底体性感覚機能を強化するために、バランスパッドを用いた。このトレーニングは、対象者がバランスパッド上で立位姿勢を維持する際に、足底でバランスパッドの素材を触知しながら立位姿勢を維持する足底知覚課題を実施することで足底の体性感覚機能を強化するトレーニングである。すべての対象者が、裸足条件と靴下着用条件の 2 条件で SPPT を実施した。トレーニング条件の順番は、乱数表を用いてランダムに割り付けした。安静立位保持後に、バランスパッド上での足底知覚課題を 30 秒ごとに交互に 10 回ずつ繰り返す SPPT を実施した。対象者には、バランスパッドに乗る際に足底の感覚に意識を集中させ、パッドの素材を感じとりながら身体の動揺を抑えて立つよう求めた。</p>			

（備考） 1. 論文内容要旨は、研究の目的・方法・結果・考察・結論の順に記載し、2 千字程度でタイプ等を用いて印字すること。 2. ※印の欄には記入しないこと。

SPPT 施行中の脳活動は、近赤外分光装置を用いて、両側補足運動野、両側一次感覚運動野、両側頭頂連合野の酸素化ヘモグロビン濃度変化を評価した。酸素化ヘモグロビン濃度変化は、課題に関連した脳活動量を反映すると報告されており、本研究でも、酸素化ヘモグロビン濃度を脳活動の指標として用いた。安静立位時の酸素化ヘモグロビン濃度を基準として、トレーニング中の酸素化ヘモグロビン濃度の変化量を抽出するブロックデザインを用い、トレーニング中と安静立位の酸素化ヘモグロビン濃度変化の差分を求めた。トレーニング中の脳活性化は、10回の各トレーニングの加算平均を算出し指標に用いた。最終的に裸足および靴下条件の SPPT における総データから個人内の Z スコアを算出した。

立位姿勢安定性の指標である総軌跡長、大腿四頭筋筋力、足趾把持力、足底二点識別覚を SPPT 前後で比較するために、対応のある t 検定を用いた。SPPT の立位姿勢制御能力の改善に独立して関連する要因を検討するために、重回帰分析を用いた。従属変数を SPPT 前後の総軌跡長の変化量（介入前-介入後）、独立変数に年齢、性別、BMI、SPPT 前後における下肢筋力（大腿四頭筋筋力と足趾把持力）および足底二点識別覚の変化量、転倒恐怖感スコア、各 SPPT 施行中における各脳領域の酸素化ヘモグロビン濃度変化量を投入し、ステップワイズ法による重回帰分析を行った。統計解析は IBM SPSS Statistics Ver. 26.0 を用い、有意水準は 5%とした。

【結果】

SPPT 前後で足底二点識別覚、大腿四頭筋筋力、足趾把持力、立位姿勢制御能力が有意に改善した。重回帰分析の結果、立位姿勢制御能力改善に独立して関連する因子として、裸足条件における SPPT 中の右頭頂連合野の活性化のみが認められた ($R^2:0.292$, 調整済み $R^2:0.268$, $p<0.001$)。

【考察】

頭頂連合野の活性化と立位姿勢制御能力改善との関連性が認められた要因として、頭頂連合野の感覚情報の集約・統合機能が関与していることが推測される。足底の固有受容器からの情報入力が増大し、中枢神経系における体性感覚の情報処理能力が強化され、右頭頂連合野の活性化につながったと考える。したがって、右頭頂連合野の活性化による体性感覚情報の統合処理の促進が立位姿勢制御改善に重要な役割を果たしていることが示唆された。重回帰分析の結果、靴下着用条件よりも裸足条件での脳活動を強く反映したが、これは裸足の方が足底の体性感覚情報が豊富であるという我々の仮説を指示する結果である。

【結論】

本研究で実施したバランスパッドを用いた SPPT により高齢者の立位姿勢制御能力改善が認められ、SPPT による立位姿勢制御能力改善効果の神経学的背景として右頭頂連合野の活性化および体性感覚の情報処理能力の強化が重要な役割を果たしている可能性が示唆された。また、足部は靴下着用よりも裸足の方が、足底体性感覚機能情報入力が増大する可能性が示唆された。(2100 字)

別紙様式9（課程博士・論文博士共用）

博士論文審査の結果の要旨

整理番号	895	氏 名	松野 悟之
論文審査委員			
<p>(博士論文審査の結果の要旨)</p> <p>高齢者では立位姿勢制御能力低下により転倒・骨折のリスクがある。足底体性感覚機能の向上による立位姿勢制御能力の改善において、立位測定知覚トレーニング（SPPT）の有効性が報告されている。本論文では、地域在住の60歳以上の男女32名において、SPPT中の脳活動の活性化を検証するために、SPPT施行中の脳活動を近赤外分光装置を用いて測定し、裸足と靴下着用それぞれの条件において、両側補足運動野、両側一次感覚運動野、両側頭頂連合野の酸素化ヘモグロビン濃度変化を評価し、また、総軌跡長（TLL）を立位姿勢安定性指標とし、SPPT前後において、大腿四頭筋筋力、足趾把持力、足底二点識別覚を比較し、以下の点を明らかにした。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) SPPT前後においてTLLの有意な減少、すなわち立位姿勢安定性の向上が見られた。 2) SPPT前後において、足底二点識別覚、大腿四頭筋筋力、足趾把持力の有意の改善が得られた。 3) TLLの減少と裸足条件での右頭頂連合野の活性化との正の相関、TLLの減少と靴下条件での右補足運動野の活性化との負の相関などが見られた。 4) 裸足条件におけるSPPT中の右頭頂連合野の活性化が、立位姿勢制御能力の改善の独立因子として認められた。 <p>本論文は、立位姿勢制御能力と頭頂連合野の活性化との相関について新たな知見を与えたものであり、最終試験として論文内容に関連した試問を実施したところ合格と判断されたので、博士（医学）の学位論文に値するものと認められた。</p> <p style="text-align: right;">(総字数 592 字)</p> <p style="text-align: right;">(2021年1月28日)</p>			